

PCT/PTO 07 MAR 2003

ST/JP02/13564

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

26.12.02
REC'D 03 MAR 2003
WIPO PCT

10/526802

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年10月18日

出願番号

Application Number:

特願2002-304190

[ST.10/C]:

[JP2002-304190]

出願人

Applicant(s):

川崎製鉄株式会社
NTN株式会社

PRIORITY
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

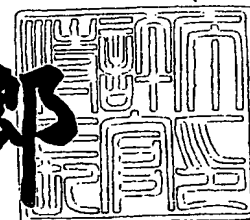
BEST AVAILABLE COPY

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2003年 2月12日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3006656

【書類名】 特許願

【整理番号】 02J00898

【提出日】 平成14年10月18日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 C22C 38/00

【発明の名称】 転造性、耐焼割れ性およびねじり特性に優れた機械構造
用鋼材およびドライブシャフト

【請求項の数】 3

【発明者】

【住所又は居所】 岡山県倉敷市水島川崎通1丁目（番地なし） 川崎製鉄
株式会社 水島製鉄所内

【氏名】 大森 靖浩

【発明者】

【住所又は居所】 岡山県倉敷市水島川崎通1丁目（番地なし） 川崎製鉄
株式会社 水島製鉄所内

【氏名】 松崎 明博

【特許出願人】

【識別番号】 000001258

【氏名又は名称】 川崎製鉄株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 000102692

【氏名又は名称】 エヌティエヌ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100072051

【弁理士】

【氏名又は名称】 杉村 興作

【選任した代理人】

【識別番号】 100059258

【弁理士】

【氏名又は名称】 杉村 暁秀

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 074997

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0018860

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 軋造性、耐焼割れ性およびねじり特性に優れた機械構造用鋼材およびドライブシャフト

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 質量%で、

C : 0.35~0.50%、

Si : 0.15%以下、

Mn : 0.2 ~1.1 %、

P : 0.020 %以下、

S : 0.005 ~0.035 %、

Cr : 0.05%超、0.2 %以下、

Mo : 0.05~0.5 %、

Ti : 0.01~0.05%、

Al : 0.01~0.05%、

N : 0.01%以下、

B : 0.0005~0.0050%、

Cu : 0.2 %以下および

Ni : 0.2 %以下

を、下記式(1) で示すLD値が 120以下を満足する範囲において含有し、残部はFeおよび不可避免的不純物の組成になることを特徴とする軋造性、耐焼割れ性およびねじり特性に優れた機械構造用鋼材。

記

$$LD = 0.569 \times \{7.98 \times (C)^{1/2} \times (1+4.1Mn)(1+2.83P)(1-0.62S)(1+0.64Si) \\ (1+2.33Cr)(1+0.52Ni)(1+3.14Mo)(1+0.27Cu)(1+1.5(0.9-C))\} + 52.6$$

--- (1)

但し、式中のC, Mn, P, S, Si, Cr, Ni, Mo, Cuは、それぞれの元素の含有量(質量%)を意味する。

【請求項 2】 請求項 1 において、鋼材が、さらに質量%で

V : 0.01~0.30%および

Nb : 0.005 ~ 0.050 %

を含有する組成になることを特徴とする転造性、耐焼割れ性およびねじり特性に優れた機械構造用鋼材。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 記載の機械構造用鋼材により形成し、高周波焼入れ、焼戻しを行って硬化層を設けたことを特徴とするドライブシャフト。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、転造性、耐焼割れ性およびねじり特性に優れた機械構造用鋼材に関し、特にCuやNi等のトラップ元素の混入が不可避な電気炉を用いて上記機械構造用鋼材を製造する場合においても、上記した諸特性の劣化を有利に回避しようとするものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、自動車用ドライブシャフトや等速ジョイント等の機械構造用部材は、熱間圧延棒鋼に熱間鍛造、あるいはさらに焼ならし処理を施し、切削、冷間鍛造等により所定の形状に加工したのち、高周波焼入れ焼戻しを行い、機械構造用部材としての重要な特性であるねじり強度を確保しているのが一般的である。

【0003】

他方、近年、環境問題から、自動車用部材に対して部品の軽量化に対する要求が強く、この点から自動車用部材のねじり強度の向上が望まれている。

ねじり強度を向上させるためには、高周波焼入れにより焼入れ硬度深さを増加させることが考えられる。しかしながら、焼入れ硬度深さを増加させるには、高周波焼入れ条件の変更あるいは鋼材の合金元素量の増加が避けられず、いずれも経済的な不利を招く。

【0004】

このような状況の下で、自動車用部材のねじり強度と被削性、耐焼割れ性を同時に満足できるように合金元素量を限定した技術が提案されている（例えば特許文献1）。

しかしながら、上記の技術のような化学成分のみの限定では、被削性、耐焼割れ性とねじり特性を同時に満足させる組成範囲が極めて狭いという問題があり、また品質レベルの点でも問題を残していた。

【0005】

この点、発明者らは先に、上記の問題を解決するものとして、鋼材の成分組成を調整すると同時に、鋼組織を制御することによって、被削性と耐焼割れ性のみならず、ねじり特性にも優れた機械構造用鋼材を提案した（例えば特許文献2）

【0006】

【特許文献1】

特開平4-218641号公報（特許請求の範囲）

【特許文献2】

特許第 3288563号公報（特許請求の範囲）

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記した特許文献2に開示された機械構造用鋼材を、電気炉を用いて製造した場合には、所望の特性が得難く、特に転造性の低下が著しいことが判明した。

この原因は、電気炉を使用した場合には、CuやNi等のトラップ元素の混入が避けられないところにあるものと考えられる。

【0008】

本発明は、上記の問題を有利に解決するもので、たとえ電気炉を用いて製造する場合であっても、転造性の劣化を効果的に防止して、優れた転造性を、優れた耐焼割れ性およびねじり特性と併せて得ることができる機械構造用鋼材を、該鋼材により形成したドライブシャフトと共に提案することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

さて、発明者らは、上記の目的を達成すべく鋭意研究を重ねた結果、

(1) トラップ元素の悪影響を軽減するには、Cr量を増加させることが有利

であるが、一方でCr量の増大は、転造性をはじめとして、ねじれ特性および被削性の低下を招く、

(2) しかしながら、Cr量の増大に伴うねじれ特性および被削性の低下は、Si量を増加し、かつMn量を低減することによって、また転造性の低下は、焼入性を介した硬さと組織の指標であるLD値を所定の範囲に制御することによって有利に解消される、

ことの知見を得た。

本発明は、上記の知見に立脚するものである。

【 0 0 1 0 】

すなわち、本発明の要旨構成は次のとおりである。

1. 質量%で、

C : 0.35~0.50%、

Si : 0.15%以下、

Mn : 0.2 ~1.1 %、

P : 0.020 %以下、

S : 0.005 ~0.035 %、

Cr : 0.05%超、0.2 %以下、

Mo : 0.05~0.5 %、

Ti : 0.01~0.05%、

Al : 0.01~0.05%、

N : 0.01%以下、

B : 0.0005~0.0050%、

Cu : 0.2 %以下および

Ni : 0.2 %以下

を、下記式(1) で示すLD値が 120以下を満足する範囲において含有し、残部はFeおよび不可避免的不純物の組成になることを特徴とする転造性、耐焼割れ性およびねじり特性に優れた機械構造用鋼材。

記

$$LD = 0.569 \times \{7.98 \times (C)^{1/2} \times (1+4.1Mn)(1+2.83P)(1-0.62S)(1+0.64Si)$$

$$(1+2.33\text{Cr})(1+0.52\text{Ni})(1+3.14\text{Mo})(1+0.27\text{Cu})(1+1.5(0.9-\text{C})) + 52.6$$

--- (1)

但し、式中のC, Mn, P, S, Si, Cr, Ni, Mo, Crは、それぞれの元素の含有量（質量％）を意味する。

【0 0 1 1】

2. 上記1において、鋼材が、さらに質量％で

V : 0.01～0.30％および

Nb : 0.005 ～0.050 ％

を含有する組成になることを特徴とする転造性、耐焼割れ性およびねじり特性に優れた機械構造用鋼材。

【0 0 1 2】

3. 上記1または2記載の機械構造用鋼材により形成し、高周波焼入れ、焼戻しを行って硬化層を設けたことを特徴とするドライブシャフト。

【0 0 1 3】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を具体的に説明する。

まず、本発明において鋼材の成分組成を上記の範囲に限定した理由について説明する。なお、成分に関する「％」表示は特に断らない限り質量％を意味するものとする。

C : 0.35～0.50％

Cは、高周波焼入れ性への影響が最も大きい元素であり、焼入れ硬化層の硬さおよび深さを高めて、ねじり強度を高周波焼入れ焼戻し後に1400 MPa以上を確保する上で有用な元素である。しかしながら、含有量が0.35％に満たないとその添加効果に乏しく、一方0.50％を超えると被削性および耐焼割れ性の低下を招くので、C量は0.35～0.50％の範囲に限定した。

【0 0 1 4】

Si : 0.15％以下

Siは、脱酸元素として作用する他、フェライト中に固溶して鋼を強化することによりねじり強度を向上させる元素であり、0.05％を超えて添加することが好ま

しい。しかしながら、Si量が0.15%を超えると、被削性を顕著に劣化させるため、0.15%以下の範囲に限定した。

【 0 0 1 5 】

Mn : 0.2 ~ 1.1 %

Mnは、焼入れ性を向上させ、高周波焼入れ時の硬度深さを深めることにより、ねじり強度を向上に寄与する有用元素である。しかしながら、含有量が 0.2%に満たないとその添加効果に乏しく、一方 1.1%を超えると転造性のみならず、被削性およびねじり強度を劣化させるので、Mn量は 0.2~1.1 %の範囲に限定した。好ましくは 0.2~0.8 %の範囲である。

【 0 0 1 6 】

P : 0.020 %以下

Pは、焼入れ時のオーステナイト粒界に偏析して焼割れの発生を助長するので、極力低減することが好ましく、この観点から 0.020%以下に抑制するものとした。

【 0 0 1 7 】

S : 0.005 ~ 0.035 %

Sは、鋼中でMnSを形成し被削性を向上させる効果があるので 0.005%以上含有させるものとした。しかしながら、MnSは、亀裂の起点となり易く、強度、靱性の低下を招くので、S量の上限は 0.035%に限定した。好ましくは 0.010~0.035 %の範囲である。

【 0 0 1 8 】

Cr : 0.05%超、0.2 %以下

Crは、本発明において特に重要な元素であり、Crを含有させることによって、転造性やねじれ特性、被削性等の低下を引き起こすCuやNi等のトラップエレメントの悪影響を有利に解消することができる。しかしながら、Cr量が0.05%以下ではその添加効果に乏しく、一方 0.2%を超えると転造性、被削性およびねじり強度が低下するため、Crは0.05%超、0.2 %以下の範囲で含有させるものとした。

【 0 0 1 9 】

Mo : 0.05~0.5 %

Moは、焼入れ性の向上に有用だけでなく、ベイナイトの生成を促進して被削性を向上させる働きがある。そのためには、0.05%以上の含有を必要とするが、0.5 %を超えて含有させるとむしろ被削性の劣化を招くので、Mo量は 0.05 ～0.5 %の範囲に限定した。好ましくは、0.1 ～0.5 %の範囲である。

【 0 0 2 0 】

Ti : 0.01～0.05%

Tiは、Nと結合して窒化物を形成し、高温加熱時におけるオーステナイト粒を微細化したり、焼入れ性の向上に有用な固溶Bを確保するために必要な元素である。そのためには、0.01%以上の含有を必要とするが、0.05%を超えると靱性が阻害されるため、Ti量は0.01～0.05%の範囲に限定した。

【 0 0 2 1 】

Al : 0.01～0.05%

Alは、脱酸剤として有用であり、このためには少なくとも0.01%の含有を必要とするが、0.05%を超えると巨大なアルミナを生成し、これが疲労破壊の起点となって疲労強度を低下させるので、Al量は0.01～0.05%の範囲に限定した。

【 0 0 2 2 】

N : 0.01%以下

Nは、AlやTiと結合して窒化物を形成し、高周波加熱時のオーステナイト粒径を微細にすることにより疲労強度を向上させる有用元素である。しかしながら、含有量が0.01%を超えると窒化物が粗大化し逆に疲労強度を劣化させる。また、過剰なN添加は、BNを形成して焼入れ性に有効な固溶B量を低下させる不利もある。そこで、N量は0.01%以下に限定した。

【 0 0 2 3 】

B : 0.0005～0.0050%

Bは、焼入れ性を向上させ、高周波焼入れ時の焼入れ深さを高めることによりねじれ強度を向上させる効果がある。そのためには、0.0005%以上の添加が必要であるが、0.0050%を超えると靱性の劣化を招くので、Bは0.0005～0.0050%の範囲に限定した。

【 0 0 2 4 】

Cu : 0.2 % 以下、Ni : 0.2 % 以下

Cu および Ni はいずれも、トランプエレメントとして不可避に混入してくる元素であり、これらがそれぞれ 0.2% を超えて含有されると、本発明をもってしても、転造性等の劣化を招くので、これらの混入はいずれも 0.2% 以下に抑制するものとした。

【 0 0 2 5 】

以上、基本成分について説明したが、本発明ではその他にも、以下に述べる元素を適宜含有させることができる。

V : 0.01 ~ 0.30 %、Nb : 0.005 ~ 0.050 %

V および Nb はいずれも、炭窒化物を形成し、オーステナイト粒を微細化させて強度の向上に有効に寄与する。しかしながら、V、Nb 量がそれぞれ 0.01% 未満、0.005 % 未満ではその添加効果にと乏しく、一方 0.30% 超、0.050 % 超では析出物が粗大化して靱性を阻害するため、それぞれ V : 0.01 ~ 0.30 %、Nb : 0.005 ~ 0.050 % の範囲に限定した。

【 0 0 2 6 】

以上、適正な成分組成範囲について説明したが、本発明では各成分が上記の組成範囲を単に満足しているだけでは不十分で、下記式(1)で示される LD の値が 120 以下になるように成分調整を行う必要がある。

記

$$LD = 0.569 \times \{ 7.98 \times (C)^{1/2} \times (1 + 4.1Mn)(1 + 2.83P)(1 - 0.62S)(1 + 0.64Si) \\ (1 + 2.33Cr)(1 + 0.52Ni)(1 + 3.14Mo)(1 + 0.27Cu)(1 + 1.5(0.9 - C)) \} + 52.6$$

--- (1)

但し、式中の C、Mn、P、S、Si、Cr、Ni、Mo、Cr は、それぞれの元素の含有量（質量%）を意味する。

【 0 0 2 7 】

この LD 値は、焼入性を介した硬さと組織の指標である。

図 1 に、本発明に従う高 Cr、高 Si 鋼について、上記した LD 値が転造性に及ぼす影響について調べた結果を示す。また、同図には、比較のため、前掲特許文献 2 に記載の低 Cr、低 Si 鋼についての調査結果も併せて示す。

なお、転造性については、転造試験におけるダイス寿命で評価するものとした。

同図に示したとおり、いずれの場合もLD値が120を超えると、ダイス寿命が急激に低下するが、LD値が120以下の範囲におけるダイス寿命すなわち転造性は、本発明に従う高Cr、高Si鋼の方がはるかに優れている。

そこで、本発明では、上記したLD値が120以下になるように成分調整を行うものとした。

【0028】

なお、本発明において、鋼組織は特に限定されることはないが、フェライト主体で、ベイナイト相を面積率で5～30%程度含有する組織とすることが好適である。

【0029】

以上説明した本発明の鋼材は、動力伝達部品、特に自動車用ドライブシャフトや等速ジョイントに採用することにより、加工性を損なわないことは勿論、負荷容量の増大と軽量化が可能になるという大きなメリットを得ることができる。

【0030】

次に、本発明の好適製造条件について説明する。

本発明鋼材の溶製方法は、常法に従って製造すればよく特に限定しないが、本発明は、電気炉を用いた溶製では低減することが困難である、CuやNiが含有されていても、良好な転造性を有する機械構造用鋼を提供することを目的としているので、電気炉による溶製に特に適している。RH脱ガス等の真空脱ガス、取鍋での精錬などを付加してもよい。溶鋼は連続 casting 法あるいは造塊法で凝固させ、凝固させた後、熱間圧延あるいは熱間・温間鍛造を経て所定形状の素材とする。これら素材は、必要により焼ならし、球状化焼鈍、軟化焼鈍などの中間熱処理を施され、切削、鍛造、転造などの冷間加工により所望の形状に仕上げられる。

【0031】

本発明では、熱間圧延または熱間鍛造、あるいはさらに焼ならし処理を施して製品形状に仕上げる。この熱間圧延や熱間鍛造後さらには焼ならし等のオーステナイト化後の冷却は、適正量のベイナイトを生成させるために、 $0.2\sim 2.0\text{ }^{\circ}\text{C/s}$

程度とすることが好ましい。特に太径の棒鋼では、冷却を調整した加速冷却とすることが好ましい。

また、最終の高周波焼入れ焼戻しは、15 kHz程度の高周波焼入れ装置を用い、出力：120 kW程度で 0.2～1.0 秒程度の加熱を施したのち、焼入れし、170 °Cで 30分程度の焼戻しを施せば良い。

【0 0 3 2】

【実施例】

表 1 に示す成分組成になる鋼を、転炉で溶製し、連続鑄造により 400×540 mm のブルームとしたのち、熱間圧延により150 mm角のピレットとした。ついで、このピレットを1030°Cに加熱後、熱間圧延により25mmφの直棒としたのち、空冷（0.7 °C/s）した。

かくして得られた棒鋼の組織、転造性、ねじり特性および耐焼割れ性について調べた結果を表 2 に示す。

【0 0 3 3】

鋼の組織および各特性の評価方法は次のとおりである。

(1) 組織

冷却後の直棒について、光学顕微鏡によりミクロ組織を撮影し、この写真から、鋼の組織を同定すると共に、画像解析装置によりベイナイト相の面積率を測定した。

(2) 転造性

転造性については転造試験におけるダイス寿命で評価するものとし、このダイス寿命は、ダイスの歯欠け、破面の剥離、歯の摩耗などにより転造が不能になるまでの、材料の転造個数で評価した。

ダイス材質はSKD 11で、スプライン諸元は次のとおりである。

歯形：インボリュート、モジュール：1.27、圧力角：30°、歯数：21、ピッチ直径：26.27 mm、大径：28.1mm、小径：24.88 mm、オーバーピン径（φ 2.5 mmピン）：30.49 mm

(3) ねじり特性

直棒から平行部：20mmφの平滑丸棒ねじり試験片を作製し、これに周波数：15

kHz の高周波焼入れ装置を用いて焼入れし、170 ℃、30 minの焼戻し処理を施したのち、ねじり試験を行った。高周波焼入れ焼戻し後の焼入れ深さは約4 mmとした。ねじり試験は、4900 J (500kgf・m) のねじり試験機を用いて最大ねじり剪断強度を求め、これをねじり強度とした。

(4) 耐焼割れ性

耐焼割れ性は、上記した25mmφの直棒から、表面に軸方向のV字溝を付けた丸棒(20mmφ)を加工し、上記(3)と同様な高周波焼入れを行ったのちに、丸棒のC断面10箇所を研磨観察し、その割れの発生個数で評価した。

(5) 被削性

被削性試験は、SKH4、4mmφのドリルを用いて、回転数：1500 rpmの条件で12mm長さの穿孔を行い、切削不能になるまでの総穴開け長さ(mm)を求め、これを工具寿命として評価した。

【0034】

【表 1】

No.	成分 組 成 (mass%)															LD 値
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	Al	Ti	B	N	V	Nb	
1	0.37	0.05	0.83	0.015	0.030	0.08	0.05	0.08	0.19	0.028	0.030	0.0032	0.0051	—	—	98.4
2	0.40	0.08	0.45	0.013	0.018	0.16	0.16	0.16	0.17	0.032	0.019	0.0022	0.0044	—	—	89.3
3	0.39	0.08	0.25	0.011	0.020	0.16	0.15	0.15	0.16	0.040	0.020	0.0020	0.0038	—	—	77.3
4	0.47	0.06	0.56	0.009	0.022	0.12	0.10	0.09	0.17	0.015	0.024	0.0017	0.0076	—	—	88.3
5	0.42	0.10	0.65	0.013	0.020	0.11	0.10	0.11	0.25	0.025	0.015	0.0023	0.0041	0.11	—	101.7
6	0.40	0.08	0.95	0.016	0.015	0.16	0.16	0.16	0.12	0.023	0.024	0.0022	0.0045	—	0.020	109.8
7	0.41	0.06	0.70	0.019	0.006	0.11	0.12	0.12	0.36	0.026	0.019	0.0019	0.0048	—	—	116.1
8	0.40	0.08	0.60	0.019	0.007	0.16	0.16	0.17	0.35	0.026	0.025	0.0020	0.0052	—	—	116.1
9	0.40	0.04	0.88	0.019	0.006	0.06	0.06	0.06	0.35	0.022	0.020	0.0025	0.0044	—	—	116.4
10	0.41	0.07	0.60	0.016	0.015	0.11	0.10	0.12	0.15	0.023	0.024	0.0022	0.0045	0.15	0.032	91.1
11	0.40	0.06	0.84	0.018	0.007	0.11	0.11	0.11	0.35	0.025	0.023	0.0020	0.0041	—	—	122.2
12	0.41	0.08	0.73	0.019	0.007	0.16	0.16	0.15	0.34	0.023	0.024	0.0023	0.0047	—	—	122.6
13	0.42	0.04	0.99	0.018	0.006	0.06	0.06	0.06	0.35	0.024	0.021	0.0018	0.0045	—	—	121.5
14	0.61	0.06	0.63	0.012	0.021	0.13	0.12	0.13	0.16	0.022	0.019	0.0019	0.0054	—	—	94.2
15	0.31	0.08	0.57	0.011	0.020	0.15	0.16	0.13	0.17	0.031	0.020	0.0018	0.0060	—	—	90.9
16	0.40	0.04	1.22	0.014	0.023	0.16	0.15	0.17	0.26	0.034	0.017	0.0018	0.0065	—	—	143.0
17	0.42	0.23	0.70	0.025	0.024	0.14	0.11	0.10	0.16	0.025	0.024	0.0016	0.0056	—	—	100.8
18	0.39	0.04	0.54	0.014	0.045	0.25	0.26	0.26	0.15	0.022	0.023	0.0022	0.0048	—	—	100.3
19	0.40	0.05	0.48	0.014	0.020	0.11	0.10	0.11	0.62	0.024	0.020	0.0025	0.0046	—	—	116.0
20	0.38	0.05	0.52	0.013	0.018	0.11	0.11	0.09	0.03	0.025	0.022	0.0017	0.0049	—	—	76.4
21	0.37	0.02	1.00	0.015	0.030	0.08	0.05	0.03	0.35	0.021	0.023	0.0032	0.0052	—	—	114.3

【0035】

【表 2】

No.	組 織	ベイナイト 分率 (%)	ダイス寿命 (個)	ねじり強度 (MPa)	焼割れ個数 (個)	工具寿命 (mm)	備 考
1	F + P + B	12	610	1540	15	2430	発明例
2	F + P + B	14	624	1580	16	2480	〃
3	F + P + B	10	642	1570	10	2300	〃
4	F + P + B	13	588	1630	19	2390	〃
5	F + P + B	18	591	1590	18	1740	〃
6	F + P + B	8	525	1570	18	2110	〃
7	F + P + B	23	493	1580	19	2470	〃
8	F + P + B	21	469	1590	19	2450	〃
9	F + P + B	20	512	1580	20	2440	〃
10	F + P + B	10	658	1620	16	2120	〃
11	F + P + B	21	253	1590	18	2300	比較例
12	F + P + B	19	218	1580	19	2320	〃
13	F + P + B	22	226	1600	21	2310	〃
14	F + P + B	11	599	1650	45	1120	〃
15	F + P + B	7	635	1190	4	2130	〃
16	F + P + B	14	151	1430	19	1940	〃
17	F + P + B	17	585	1560	24	1290	〃
18	F + P + B	16	523	1400	17	1270	〃
19	F + P + B	45	514	1600	16	1510	〃
20	F + P	0	663	1550	11	1330	〃
21	F + P + B	26	360	1530	17	2400	〃

* F : フェライト、P : パーライト、B : ベイナイト

【0036】

表 2 から明らかなように、本発明に従い得られた鋼材はいずれも、転造性に優

れるのは言うまでもなく、優れたねじり特性、耐焼割れ性および被削性が併せて得られている。

【0037】

【発明の効果】

かくして、本発明によれば、CuやNi等のトラップ元素の混入が不可避な電気炉を用いて機械構造用鋼材を製造する場合であっても、上記したトラップ元素の悪影響を効果的に排除して、優れた転造性、ねじり特性および耐焼割れ性を得ることができる。

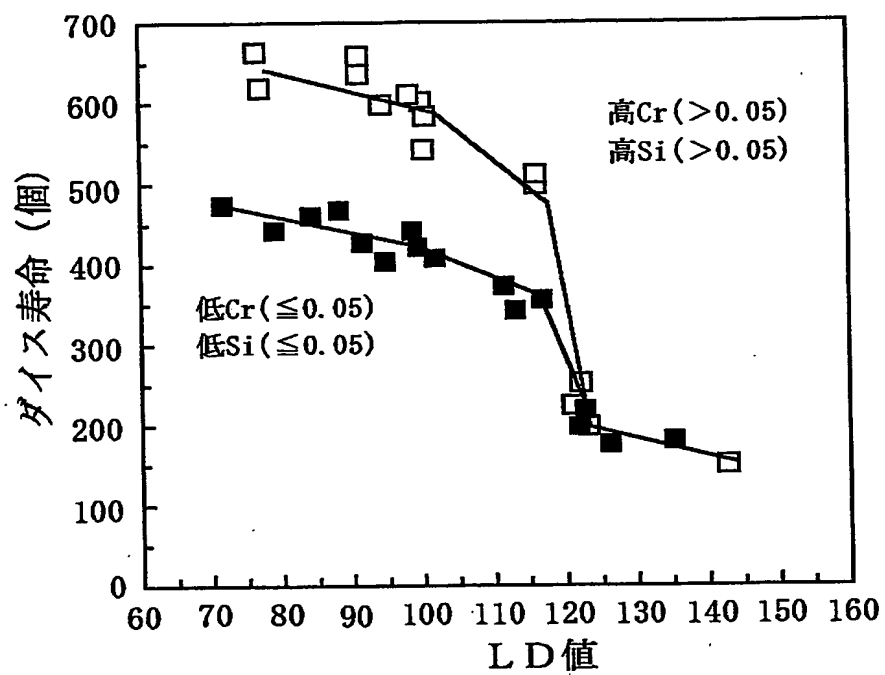
また、上記のような特徴をもつ本発明の鋼材は、動力伝達部品、特に自動車用ドライブシャフトや等速ジョイントに採用することにより、加工性を損なわないことは言うまでもなく、負荷容量の増大ならびに軽量化が可能になるという大きなメリットを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 LD値が転造性に及ぼす影響を示したグラフである。

【書類名】 図面

【図 1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 電気炉を用いて製造する場合であっても、トランプ元素の悪影響を排除して、優れた転造性、ねじり特性および耐焼割れ性を有する機械構造用鋼材を提供する。

【解決手段】 質量%で、C : 0.35~0.50%、Si : 0.15%以下、Mn : 0.2 ~1.1 %、P : 0.020 %以下、S : 0.005 ~0.035 %、Cr : 0.05%超、0.2 %以下、Mo : 0.05~0.5 %、Ti : 0.01~0.05%、Al : 0.01~0.05%、N : 0.01%以下、B : 0.0005~0.0050%、Cu : 0.2 %以下およびNi : 0.2 %以下を含有すると共に、次式(1) で示すLD値が 120以下を満足するように成分調整する。

$$LD = 0.569 \times \{7.98 \times (C)^{1/2} \times (1+4.1Mn)(1+2.83P)(1-0.62S)(1+0.64Si) \\ (1+2.33Cr)(1+0.52Ni)(1+3.14Mo)(1+0.27Cu)(1+1.5(0.9-C))\} + 52.6$$

--- (1)

但し、式中のC, Mn, P, S, Si, Cr, Ni, Mo, Cuは、それぞれの元素の含有量(質量%)を意味する。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000001258]

1. 変更年月日	1990年 8月13日
[変更理由]	新規登録
住 所	兵庫県神戸市中央区北本町通1丁目1番28号
氏 名	川崎製鉄株式会社

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000102692]

1. 変更年月日 1990年 8月23日
[変更理由] 新規登録
住 所 大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号
氏 名 エヌティエヌ株式会社
2. 変更年月日 2002年11月 5日
[変更理由] 名称変更
住 所 大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号
氏 名 NTN株式会社